

# Mo<sup>95</sup> の $\gamma$ - $\gamma$ 角度相関

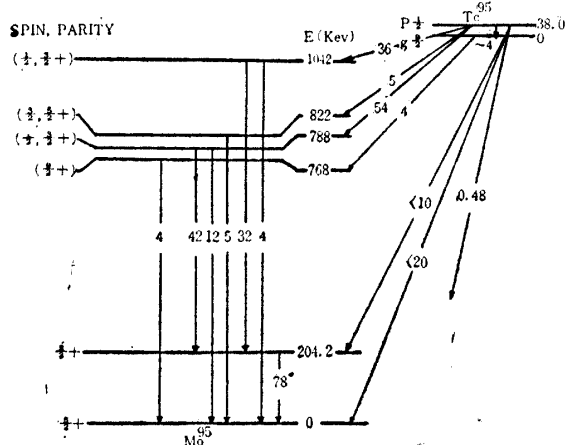
青木 敦・河村 光博・林 竹男

Angular correlation of the Mo<sup>95</sup>  $\gamma$ - $\gamma$  cascades

ATSUSHI AOKI, MITSUHIRO KAWAMURA and TAKEO HAYASHI

## I 緒 言

テクネシウム-95m (Tc<sup>95m</sup>) は軌道電子捕獲又は陽電子放出により、半減期60日でMo<sup>95</sup>に崩壊する。(Fig. 1)。



## IV 実験結果の解析と考察

Mo<sup>95</sup> の 1042Kev 及び 788Kev 準位のスピンは、共に  $\frac{1}{2}$  又は  $\frac{3}{2}$  と考えられている<sup>3)</sup>。又、内部変換の研究から 838Kev 及び 584Kev  $\gamma$  線は E2 か M1 か、又はそれらの混合したものであることがわかっている<sup>1), 3)</sup>。更に Coulomb excitation の実験より、204Kev 準位のスピンは  $\frac{1}{2}$  で、これより基底状態へ遷移する  $\gamma$  線は E2+M1,  $\delta = -0.6 \pm 0.2$  である事が求められており<sup>6)</sup>、基底状態のスピンは paramagnetic resonance の方法により、 $\frac{1}{2}$  であることが確定されている<sup>7)</sup>。そこで、 $I(E2+M1, \delta_1)\frac{3}{2}$  ( $E2+M1, \delta_2)\frac{1}{2}$ ,  $I=\frac{1}{2}$  又は  $\frac{3}{2}$  の場合の方向相関関数における  $P_2(\cos\theta)$  の係数 ( $A_2$ ) を、E2 が全体 ( $E2+M1$ ) に対して含まれている割合 (E2 contents),  $Q = \delta_1^2/1 + \delta_1^2$ , を変数としてグラフに書くと Fig. 2 の随円にな

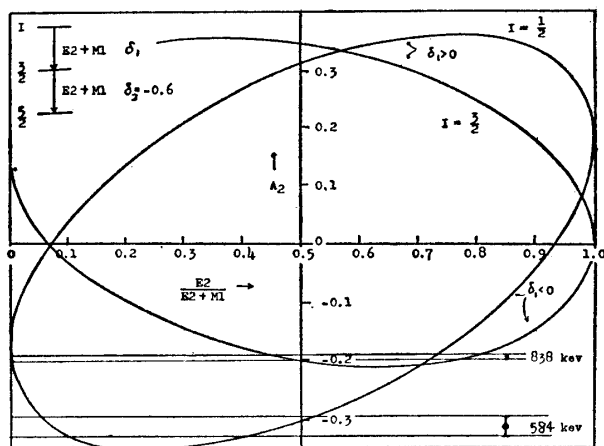


Fig. 2. Analysis of the dipole-quadrupole mixing.

る。これより 788Kev 準位では、 $I=\frac{3}{2}$  とすると実験結果に適合する混合比は存在しないなら、結局  $I=\frac{1}{2}$  であることが決定される。838Kev 及び 584Kev の  $\gamma$  線につき、実験結果に適合する E2 contents を図より求め、Table 1 に表示する。

Table 1

level (Kev)	spin	$\gamma$ -ray (Kev)	E2 contents (%)
788	$\frac{1}{2}$	584	$8 \pm 3$ or $48 \pm 5$
1042	$\frac{1}{2}$	838	0 or $73 \pm 0.7$
"	$\frac{3}{2}$	"	$44 \pm 2$ or $78 \pm 2$

次に偏光一方向相関の測定に際して、これらのスピン及び mixing から期待される asymmetry ratio ( $N_{\perp}/N_{\parallel}$ ) を求めると Fig. 3 のようになる。ここにかこいをはどこしたはんいは  $A_2$  の決定における測定誤差に起因する誤差の概略値を示したものである。以上の解析より残された可能な場合をまとめると結局 Table 2 を得る。

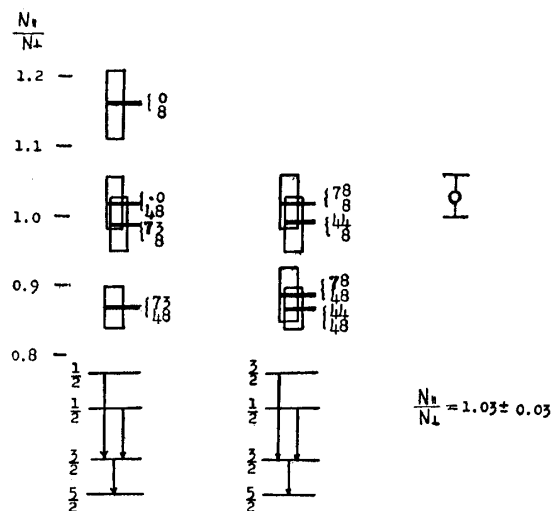


Fig. 3. Expected anisotropy in the polarization-direction correlation measurement.

Table 2

788Kev level のスピ	1042Kev level のスピ	E2 contents (%), $\delta < 0$	
		838Kev	584Kev
$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	0 (M1 pure)	$48 \pm 5$
"	"	$73 \pm 0.7$	$8 \pm 3$
"	$\frac{3}{2}$	$78 \pm 2$	$8 \pm 3$
"	"	$44 \pm 2$	$8 \pm 3$

Unik と Rasmussen<sup>3)</sup> 及び高沢<sup>8)</sup> 外の内部変換係数の比の測定結果は、584Kev  $\gamma$  線については M1 pure に近い値に有利な様に思われる。

なお、上記の解析では、204Kev の  $\gamma$  線の混合比の値は  $\delta_2 = -0.6$  として来たが、実際にはこの値に  $\pm 0.2$  の誤差があるので、Table 2 の E2 contents の値は、この誤差の両端で約 10% 程度変化する。

最後に 584Kev-204Kev 方向相関の測定の際の  $\theta = 180^\circ$  における値より  $\beta^+$  の branching ratio を求めることが出来る。(論文 A, Fig. 8, Fig. 9 参照)。簡単な計算の結果、この値は全 disintegration に対して 0.4% となり、Medicus 他<sup>1)</sup>, Unik 及び Rasmussen<sup>3)</sup>, 及び高沢他<sup>8)</sup> の結果と良く一致する。

サイクロトロンによる試料の activation にあたり御助力いただいた東京大学原子核研究所の方々及び、試料の化学分離に御協力いただいた京都大学理学部石橋研究室の小山達夫氏に深謝の意を表する。又、本研究に際し種々の便宜を与えられた、京都大学理学部木村研究室の方々に深く感謝する。なお、研究費の一部は文部省科学研究費によるものであることを附記する。

## 附 記

Mixed radiation に対する偏光一方向相関関数

Biedenharn と Rose に

よれば<sup>9)</sup>,  $j_1(L_1, L'_1) j$

$(L_2, L'_2) j_2$  なる cascade

に対し (Fig. 4), その  $\gamma$ - $\gamma$

double correlation の一般

式は

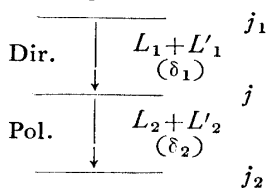
$$\begin{aligned} W(\alpha\beta\gamma) \sim & \sum (-)^{(L_1+L_2)} c_{\nu\tau_1}(L_1 L'_1) c_{\nu\tau_2}^*(L_2 L'_2) \\ & \times (j_1 \parallel L_1 \parallel j)(j_1 \parallel L'_1 \parallel j)(j_2 \parallel L_2 \parallel j)(j_2 \parallel L'_2 \parallel j) \\ & \times W(jjL_1 L'_1; \nu j_1) W(jjL_2 L'_2; \nu j_2) \\ & \times D(\nu, \tau_2 \tau_1; \alpha\beta\gamma) \end{aligned}$$

で与えられる。(文献 8) の式(38))。ここに,  $\alpha\beta\gamma$  は廻転  $R_2^{-1} R_1$  の Euler 角を意味する。但し, 廻転  $R_i$  とは, radiation  $\gamma_i$  を記述する座標系 (propagation vector と polarization direction) を量子化の座標系へ移す廻転を,  $R_2^{-1}$  は  $R_2$  の逆廻転を表わしている。和は  $L_1, L'_1, L_2, L'_2, \tau_1, \tau_2$ , 及び  $\nu$  について取る。 $\gamma_2$  の偏光を測定する場合,  $\gamma_1, \gamma_2$  共に mixed radiation とすると, 上式は次の様になる。

$$\begin{aligned} W(\beta, \varphi) \sim & \sum_{\nu \geq 0} P_\nu(\cos\theta) \{F_\nu(L_1 j_1 j) + \delta_1^2 F_\nu(L'_1 j_1 j) \\ & + 2\delta_1 (-)^{j_1-j-1} [(2j+1)(2L_1+1)(2L'_1+1)]^{1/2} \\ & \times G_\nu(L_1 L'_1 j_1 j)\} \{F_\nu(L_2 j_2 j) + \delta_2^2 F_\nu(L'_2 j_2 j) \\ & + 2\delta_2 (-)^{j_2-j-1} [(2j+1)(2L_2+1)(2L'_2+1)]^{1/2} \\ & \times G_\nu(L_2 L'_2 j_2 j)\} \\ & + (-)^\sigma (L'_2) \sum_{\nu \geq 2} \{F_\nu(L_1 j_1 j) + \delta_1^2 F_\nu(L'_1 j_1 j) \\ & + 2\delta_1 (-)^{j_1-j-1} [(2j+1)(2L_1+1)(2L'_1+1)]^{1/2} \\ & \times G_\nu(L_1 L'_1 j_1 j)\} \left\{ -\frac{2\nu(\nu+1)L_2(L_2+1)}{\nu(\nu+1)-2L_2(L_2+1)} \right. \\ & \times F_\nu(L_2 j_2 j) \\ & + \varepsilon_2^2 \frac{2\nu(\nu+1)L'_2(L'_2+1)}{(\nu+1)-2L'_2(L'_2+1)} F_\nu(L'_2 j_2 j) \\ & + 2\delta_2 (L'_2-L_2)(L'_2+L_2+1)(-)^{j-j_2-1} \\ & \times [(2j+1)(2L_2+1)(2L'_2+1)]^{1/2} \\ & \times G_\nu(L_2 L'_2 j_2 j) \left[ -\frac{(\nu-2)!}{(\nu+1)!} \right] \cos 2\rho P_\nu^2(\cos\beta) \quad (7) \end{aligned}$$

但し,  $L_2+L'_2+\nu = \text{odd integer}$  の場合に限ってある。

Fig. 4



$\sigma(L'_2)$  は  $\gamma_2$  が electric か magnetic かにより 0 又は 1 の値をとる。又,  $\varphi$  は polarization vector と  $\gamma_1$ - $\gamma_2$  平面に対する法線との角度で,  $P_\nu^2(\cos\beta)$  は Legendre の陪関数である。更に式(7)の始めの総和は方向相関を表わしている。

中間状態のスピンが 2 より小さい場合には, 方向相関関数に  $P_4(\cos\theta)$  以上の項は現われないから,  $\gamma_2$  の mixing ratio  $\delta_2$  を規定して, 実験的に求められた  $A_2$  より  $\gamma_1$  の mixing ratio  $\delta_1$  を求めようとする, 一般に 2 個の値が可能である。式(7)から明らかな様に, これらの両  $\delta_1$  に対し式(7)は同じ偏光一方向相関関数を与えるから,  $\gamma_2$  の偏光を測る限り, 前記の 2 個の mixing ratio を選別することは出来ない。従って方向相関の測定で残される  $\delta_1$  のあいまいさを除くためには,  $\gamma_1$  の偏光を測ることが必要である。

## 文 献

- 1) H. A. Medicus, P. Preiswerk, and P. Scherrer, *Helv. Phys. Acta*, **23**, 299 (1950)
- 2) C. Levi, L. Papinear, and N. Saunier, *compt. rend.* **245**, 1918 (1957)
- 3) J. P. Unik and J. O. Rasmussen, *UCRL-8636* (1959), *phys. Rev.* **115**, 1687 (1960)
- 4) A. Aoki, M. Kowamura, and T. Hayashi, *Sci. Rep. of Kyoto Prefec. Univ.* **3**, 11 (1959)
- 5) M. Kawamura, A. Aoki, and T. Hayashi, *Sci. Rep. of Kyoto Prefec. Univ.* **3**, 5 (1959)
- 6) F. K. Mc Gowan and P. H. Stelson, *Phys. Rev.* **109**, 901 (1958)
- 7) J. Owen and L. M. Ward, *Phys. Rev.* **102**, 591 (1956)
- 8) I. Takazawa, K. Ohira, H. Matsui, and M. Higuchi, *Genshikaku Kenkyu* **4**, No. 4, 51 (1960)
- 9) L. C. Biedenharn and M. E. Rose, *Revs. Mod. Phys.* **25**, 720 (1953)

(1960年7月20日受理)